

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

REC'D 05 MAY 2004

WIPO PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 14 172.3

Anmeldetag: 28. März 2003

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft,
80333 München/DE;
EUPEC Europäische Gesellschaft
für Leistungshalbleiter mbH,
59581 Warstein/DE.

Bezeichnung: Anordnung aus einem elektrischen
Baelement auf einem Substrat und
Verfahren zum Herstellen der Anordnung

IPC: H 01 L 23/485

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 11. März 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
 Im Auftrag

PRIORITY DOCUMENT
 SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
 COMPLIANCE WITH
 RULE 17.1(a) OR (b)

Wallner

Beschreibung

Anordnung aus einem elektrischen Bauelement auf einem Substrat und Verfahren zum Herstellen der Anordnung

5

Die Erfindung betrifft eine Anordnung mit mindestens einem Substrat, mindestens einem auf einem Oberflächenabschnitt des Substrats angeordneten elektrischen Bauelement mit einer elektrischen Kontaktfläche und mindestens einer elektrischen Kontaktfahne mit einer elektrischen Anschlussfläche zur elektrischen Kontaktierung der Kontaktfläche des Bauelements, wobei die Anschlussfläche der Kontaktfahne und die Kontaktfläche des Bauelements derart miteinander verbunden sind, dass ein zumindest über die Kontaktfläche des Bauelements hinausragender Bereich der Kontaktfahne vorhanden ist. Daneben wird ein Verfahren zum Herstellen der Anordnung angegeben.

15

20

Eine Anordnung der genannten Art ist aus US 5,616,886 bekannt. Das Bauelement ist eine auf einem Oberflächenabschnitt des Substrats aufgetragene Schicht aus Aluminium. Zur elektrischen Kontaktierung der Schicht aus Aluminium ist ein elektrischer Anschluss in Form einer Kontaktfahne angebracht. Ein weiteres, in der US 5,616,886 genanntes Bauelement ist ein Leistungshalbleiterchip, beispielsweise ein IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor). Dieses Bauelement wird flächig ohne die Verwendung von Bonddrähten kontaktiert. Prozessdetails werden dazu nicht angegeben.

30

35

Die am weitesten verbreitete Technologie zur Kontaktierung von Leistungshalbleiterchips untereinander und mit Leiterbahnen ist das Dickdrahtbonden (siehe Harmann, G., „Wire Bonding in Microelectronics, Materials, Processes, Reliability and Yield“, Mc Graw Hill 1998). Mittels Ultraschallenergie wird hierbei eine dauerhafte Verbindung zwischen dem Draht aus Al, der einen Durchmesser von

typischerweise einigen 100 µm aufweist und der Kontaktfläche, die am Chip aus Al und Cu am Leistungsmodul besteht, über eine intermetallische Verbindung realisiert.

- 5 Als Alternativen zum Bonden sind weitere Verfahren wie das ThinPak publiziert (siehe Temple, V., „SPCO's ThinPak Package, an Ideal Block for Power Modules and Power Hybrids“, IMAPS 99 Conference, Chicago 1999). Hierbei wird die Chipoberfläche über ein Lot kontaktiert, das über Löcher
10 einer Keramikplatte eingebracht wird.

Bei MPIPPS (Metal Posts Interconnected Parallel Plate Structures, siehe Haque S., et al., „An Innovative Technique for Packaging Power Electronic Building Blocks Using Metal
15 Posts Interconnected Parallel Plate Structures“, IEEE Trans Adv. Pckag., Vol.22, No.2, May 1999) werden die Kontakte mittels gelöteter Kupferpfosten hergestellt.

Eine andere Methode zur Kontaktierung kann über Lötbumps bei
20 der Flip Chip Technologie erfolgen (Liu, X., et al., „Packaging of Integrated Power Electronics Modules Using Flip-Chip Technology“, Applied Power Electronics Conference and Exposition, APEC'2000). Diese ermöglicht zudem eine verbesserte Wärmeabfuhr, da die Leistungshalbleiter an der
25 Ober- und Unterseite auf DCB-Substraten (DCB steht für Direct Copper Bonding) aufgelötet werden können (siehe Gillot, C., et al., „A New Packaging Technique for Power Multichip Modules“, IEEE Industry Applications Conference IAS'99, 1999).

30 Eine großflächige Kontaktierung über aufgedampfte Cu-Leitungen ist in (Lu, G.-Q., „3-D, Bond-Wireless Interconnection of Power Devices in Modules Will Cut Resistance, Parasitics and Noise“, PCIM May 2000, pp.40-68)
35 vorgestellt, wobei die Isolierung der Leiterbahnen mittels aus der Dampfphase abgeschiedenem (CVD-Verfahren) Isolator erfolgt (Power Module Overlay Structure).

Die Kontaktierung mittels einer strukturierten Folie über einen Klebe- bzw. Lötprozess wurde in (Krokoszinski, H.-J., Esrom, H., „Foil Clip for Power Module Interconnects“, Hybrid Circuits 34, Sept. 1992) publiziert.

- Die aufgezeigten Arten an Kontaktierungen sind in der Regel induktionsbehaftet. Durch elektrische Ansteuerung der Kontaktierungen wird eine relativ hohe Induktivität hervorgerufen. Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Kontaktierung eines elektrischen Bauelements anzugeben, die bei elektrischer Ansteuerung zu einer im Vergleich zum bekannten Stand der Technik niedrigeren Induktivität führt.
- 15 Zur Lösung der Aufgabe wird eine Anordnung angegeben mit mindestens einem Substrat, mindestens einem auf einem Oberflächenabschnitt des Substrats angeordneten elektrischen Bauelement mit einer elektrischen Kontaktfläche und mindestens einer elektrischen Kontaktfahne mit einer elektrischen Anschlussfläche zur elektrischen Kontaktierung der Kontaktfläche des Bauelements, wobei die Anschlussfläche der Kontaktfahne und die Kontaktfläche des Bauelements derart miteinander verbunden sind, dass ein zumindest über die Kontaktfläche des Bauelements hinausragender Bereich der Kontaktfahne vorhanden ist. Die Anordnung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktfahne mindestens eine elektrisch leitende Folie und die elektrisch leitende Folie die elektrische Anschlussfläche der Kontaktfahne aufweist.
- 30 Zur Lösung der Aufgabe wird auch ein Verfahren zum Herstellen einer Anordnung mit folgenden Verfahrensschritten angegeben: a) Bereitstellen eines Substrats mit einem elektrischen Bauelement mit einer elektrischen Kontaktfläche und b) Erzeugen der elektrischen Kontaktierung durch Zusammenbringen der Kontaktfläche des Bauelements und der Anschlussfläche der elektrisch leitenden Folie der Kontaktfahne derart, dass ein zumindest über die

Kontaktfläche des Bauelements hinausragender Bereich der elektrisch leitenden Folie der Kontaktfahne entsteht.

Als Substrate kommen beliebige Schaltungsträger auf
5 organischer oder anorganischer Basis in Frage. Solche Substrate sind beispielsweise PCB (Printed Circuit Board)-, DCB-, IM (Insulated Metal)-, HTCC (High Temperature Cofired Ceramics)- und LTCC (Low Temperature Cofired Ceramics)- Substrate.

10

Die elektrisch leitende Folie fungiert beispielsweise als Lastanschluss. Der Lastanschluss dient als elektrische Zuleitung für das elektrische Bauelement. Dazu ist das Bauelement über die elektrisch leitende Folie beispielsweise
15 mit einer sogenannten Busstruktur verbunden, die zur elektrischen Ansteuerung mehrerer Bauelemente dient.

20

Die elektrisch leitende Folie weist ein zu einer dünnen Bahn geformtes, elektrisch leitendes Material auf. Die Folie weist einen flächig ausgeführten elektrischen Leiter auf. Die Folie kann dazu teilweise oder ganz aus dem elektrisch leitendem Material bestehen. Die Folie verfügt dabei über eine gewisse Verformbarkeit. Die Folie kann dabei im Wesentlichen planar vorliegen. Denkbar ist auch, dass die
25 Folie gegenüber der Kontaktfläche des Bauelements bzw. der Anschlussfläche der Folie gewinkelt ist. Die Foliendicke der Folie ist aus dem μm -Bereich. Dies bedeutet, dass die Folie wenige μm bis einige 100 μm dick sein kann. Insbesondere sind Foliendicken von bis zu 500 μm möglich.

30

Das elektrische Bauelement kann jedes beliebige passive oder aktive Bauelement sein. Das passive Bauelement ist beispielsweise eine Leiterstruktur. Vorzugsweise ist das Bauelement ein Halbleiterchip und insbesondere ein
35 Leistungshalbleiterchip. Der Leistungshalbleiterchip ist beispielsweise ein MOSFET mit relativ großflächigen Source-Gate- und Drain-Chipflächen (physikalische Anschlüsse des

MOSFET). Um für diese Chipflächen eine Kontaktierung mit einer hohen Stromdichte zu gewährleisten, werden die Chipflächen großflächig kontaktiert. Eine laterale Abmessung der Kontaktfläche ist relativ groß. Beispielsweise umfasst
5 jeder der Kontaktflächen mindestens 60%, vorzugsweise jedoch mindestens 80% der jeweiligen Chipfläche. Zur elektrischen Kontaktierung wird eine dünne, elektrisch leitende Folie mit großflächiger Anschlussfläche verwendet. Die elektrisch leitende Folie zeichnet sich bei elektrischer Ansteuerung
10 durch eine relativ niedrige Induktivität aus. Das Bauelement kann niederinduktiv kontaktiert werden. Durch die flächige Gestalt der Kontaktfahne und die damit verbundene relativ große Oberfläche ist eine gute Wärmeanbindung an die Umgebung möglich. Dadurch ist eine erhöhte Stromdichte
15 möglich. Die relativ große Oberfläche im Vergleich zum Querschnitt der Kontaktfahne ist besonders vorteilhaft bei der Ansteuerung der Kontaktfahne mit höheren Frequenzen. Bei höheren Frequenzen kommt es zu einer Stromverschiebung (Skin-Effekt). Trotz der Stromverschiebung ist bei der
20 Kontaktfahne eine gute elektrische Leitfähigkeit gewährleistet.

In einer besonderen Ausgestaltung weist die elektrisch leitende Folie einen Schichtverbund mit mindestens zwei elektrischen Leitungsschichten und mindestens einer zwischen den Leitungsschichten angeordneten elektrischen Isolationsschicht auf. Vorzugsweise sind dabei die Leitungsschichten und die Isolationsschicht des Schichtverbundes derart ausgestaltet und zueinander
30 angeordnet sind, dass durch elektrische Ansteuerung der Leitungsschichten jeweils ein derartiges magnetisches Feld erzeugt werden kann, so dass die magnetischen Felder sich gegenseitig abschwächen. Die magnetischen Felder werden durch negative Interferenz nahezu ausgelöscht. Dies gelingt
35 vorzugsweise dadurch, dass die Leitungsschichten des Schichtverbundes im Wesentlichen koplanar zueinander angeordnet sind. Die Leitungsschichten werden derart

angesteuert, dass die Stromrichtungen in den Leitungsschichten einander entgegengerichtet sind. Die Isolationsschicht ist derart ausgestaltet, dass es zu keinem elektrischen Kurzschluss zwischen den Leitungsschichten kommen kann. Um zu einer effizienten Abschirmung der magnetischen Felder und damit zu einer weiteren Erniedrigung der Induktivität des elektrischen Anschlusses zu kommen, kann es vorteilhaft sein, einen Schichtverbund aus mehreren Leitungsschichten und dazwischen angeordneten Isolationsschichten zu verwenden. Dabei werden benachbarte Leitungsschichten mit Strom mit entgegengesetzten Stromrichtungen angesteuert.

Gemäß einer besonderen Ausgestaltung des Verfahrens zum Herstellen der Anordnung wird zum Zusammenbringen der Kontaktfläche des Bauelements und der Anschlussfläche der elektrisch leitenden Folie ein aus der Gruppe Löten und/oder Schweißen und/oder Kleben ausgewähltes Verbindungsverfahren durchgeführt. Das Kleben erfolgt beispielsweise mit einem elektrisch leitfähigen Klebstoff. Mit diesen Verbindungsverfahren wird eine Verbindung zwischen der Kontaktfläche des Bauelements und der Anschlussfläche der elektrisch leitenden Folie erzielt.

Die elektrisch leitende Folie kann nur aus elektrisch leitendem Material, beispielsweise Kupfer bestehen. Insbesondere wird eine elektrisch leitende Folie mit einem Schichtverbund mit mindestens einer elektrischen Isolationsschicht und mindestens einer elektrischen Leitungsschicht zum Bilden der Anschlussfläche der elektrisch leitenden Folie verwendet. Die Isolationsschicht kann dabei als flexible Trägerschicht für die Leitungsschicht fungieren. Beispielsweise besteht der Schichtverbund aus einer die Isolationsschicht bildenden Kunststofffolie, auf der eine Leitungsschicht aus Kupfer aufgetragen ist. Denkbar ist auch ein Schichtverbund mit abwechselnd übereinander gestapelten Leitungsschichten und Isolationsschichten.

In einer weiteren Ausgestaltung wird zum Bereitstellen des Substrats mit dem elektrischen Bauelement ein Erzeugen der elektrischen Kontaktfläche des Bauelements mit folgenden weiteren Verfahrensschritten durchgeführt: c) Auftragen einer elektrischen Isolationsfolie auf dem Substrat und dem Bauelement und d) Erzeugen eines Fensters in der Isolationsfolie, wobei die Kontaktfläche des Bauelements freigelegt wird.

Vorzugsweise wird zum Auftragen der Isolationsfolie ein Auflaminieren der Isolationsfolie unter Vakuum durchgeführt. Das Auflaminieren erfolgt vorteilhaft in einer Vakuumpresse. Dazu sind Vakuumtieftziehen, hydraulisches Vakuumpressen, Vakuumgasdruckpressen oder ähnliche Laminierverfahren denkbar. Der Druck wird vorteilhafterweise isostatisch aufgebracht. Das Auflaminieren erfolgt beispielsweise bei Temperaturen von 100°C bis 250°C und einem Druck von 1 bar bis 10 bar. Die genauen Prozessparameter des Auflaminierens, also Druck, Temperatur, Zeit etc., hängen unter anderem von der Topologie des Substrats, des Kunststoffmaterials der Isolationsfolie und der Foliendicke der Isolationsfolie ab. Das Auflaminieren der Isolationsfolie führt dazu, dass die Isolationsfolie die Oberfläche mit der oder den Kontaktflächen eng anliegend bedeckt und auf dieser Oberfläche haftet. Das Auflaminieren der Isolationsfolie bietet zusammenfassend folgende Vorteile:

- Anwendung bei hohen Temperaturen. Eine Isolationsfolie aus Polyimid beispielsweise ist beständig bis zu 300°C.
- Geringe Prozesskosten, z.B. im Vergleich mit Abscheidung des Isolators aus der Dampfphase.
- Es sind hohe Isolationsfeldstärken durch Verwendung dicker Isolationslagen möglich.
- Durch das Auflaminieren der Isolationsfolien ist ein hoher Durchsatz möglich. Beispielsweise können DCB-Substrate im Nutzen prozessiert werden.

- In der auflaminierte Isolationsfolie können beliebig große Fenster und damit beliebig große Kontaktflächen erzeugt werden.
- Die auflaminiert Isolationsfolie zeichnet sich durch
- 5 homogene Isolationseigenschaften aus, da Lufteinschlüsse durch die Verarbeitung der Folie im Vakuum verhindert werden.
- Bei einem Halbleiterchip kann die nahezu die gesamte Chipkontaktfläche genützt werden, so dass hohe Ströme abgeleitet werden können. Dabei können Chipkontaktflächen von
- 10 30 mm² bis 300 mm² realisiert werden.
- Durch die flächige Kontaktierung können die Chips homogen angesteuert werden.
- Die Induktivität des Kontaktes bei einer Kontaktfläche ist durch die flächenhafte Geometrie kleiner als beim
- 15 Dickdrahtbonden.
- Die Kontaktierung führt zu hoher Zuverlässigkeit bei Vibrations- und mechanischer Schockbelastung.
- Im vergleich zu konkurrierenden Kontaktierungsmethoden ist eine höhere Lastwechselfestigkeit wegen geringer
- 20 thermomechanischer Spannungen realisierbar.
- Es sind mehrere Verdrahtungsebenen zugänglich.
- Die beschriebene, planare Verbindungstechnik beansprucht eine geringe Bauhöhe. Es resultiert ein kompakter Aufbau.
- Bei mehrlagigen Verbindungsebenen sind großflächige
- 25 Metallisierungslagen zur Abschirmung realisierbar. Dies wirkt sich insbesondere auf das EMV (Elektromagnetische Verträglichkeit)-Verhalten der Schaltung (Störemission, Störfestigkeit) sehr positiv aus.
- 30 In einer besonderen Ausgestaltung wird die aufgetragene Isolationsfolie als Isolationsschicht des Schichtverbundes der elektrisch leitenden Folie verwendet. Dazu wird in einer besonderen Ausgestaltung zum Bilden der elektrischen Leitungsschicht des Schichtverbundes vor und/oder nach dem
- 35 Auftragen der Isolationsfolie elektrisch leitendes Material auf der Isolationsfolie aufgetragen. Dabei ist ein beliebiges Auftragungs- oder Abscheideverfahren anwendbar. Das

elektrisch leitende Material wird flächig aufgetragen. Beispielsweise wird dazu ein physikalisches oder chemisches Abscheiden des elektrisch leitenden Materials durchgeführt. Derartige physikalische Verfahren sind Sputtern und Bedampfen (Physical Vapor Deposition, PVD). Das chemische Abscheiden kann aus gasförmiger Phase (Chemical Vapor Deposition, CVD) und/oder flüssiger Phase (Liquid Phase Chemical Vapor Deposition) erfolgen. Denkbar ist auch, dass zunächst durch eines dieser Verfahren eine dünne elektrisch leitende Teilschicht aufgetragen wird, auf der dann eine dickere elektrisch leitende Teilschicht galvanisch abgeschieden wird.

In einer besonderen Ausgestaltung wird die Isolationsfolie derart auf dem Bauelement aufgetragen, dass ein zumindest über die Kontaktfläche des Bauelements hinausragender Bereich der Isolationsfolie erzeugt wird. Dieser Bereich der Isolationsfolie bildet den über die Kontaktfläche hinausragenden Bereich der Kontaktfahne.

Die Isolationsfolie ist dabei so gestaltet, dass ein Höhenunterschied von bis zu 2000 µm überwunden werden kann. Der Höhenunterschied ist unter anderem durch die Topologie des Substrats und durch die auf dem Substrat angeordneten Bauelemente, beispielsweise Halbleiterchips verursacht.

Die Isolationsfolie kann einen beliebigen Kunststoff aufweisen. Denkbar sind beispielsweise beliebige Thermoplasten, Duroplasten und Mischungen davon bestehen. Als Isolationsfolie wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren vorzugs- und vorteilhafterweise eine Folie mit einem Kunststoffmaterial auf Polyimid (PI)-, Polyethylen (PE)-, Polyphenol-, Polyetheretherketon (PEEK)- und/oder Epoxidbasis verwendet. Die Isolationsfolie kann dabei mehrere Teilschichten aus jeweils unterschiedlichen Kunststoffen aufweisen. Die Isolationsfolie kann dabei zur Verbesserung der Haftung auf der Oberfläche des Substrats und/oder des Bauelements eine Klebebeschichtung aufweisen.

Die Foliendicke der Isolationsfolie ist aus dem μm -Bereich gewählt und kann wenige μm bis einige 100 μm betragen.

Beispielsweise ist die Foliendicke aus dem Bereich von 10 μm bis 500 μm aufgewählt. Vorzugsweise wird eine Isolationsfolie mit einer Foliendicke von 25 μm bis 150 μm verwendet.

Nach dem Auftragen wird insbesondere ein Temperschritt durchgeführt. Durch eine Temperaturbehandlung die Haftung der Isolationsfolie auf der Oberfläche des Substrats und/oder des Bauelements verbessert.

In einer weiteren Ausgestaltung wird das Auftragen (mit oder ohne Temperschritt) sooft wiederholt wird, bis eine bestimmte Foliendicke der aufgetragenen Isolationsfolie erreicht ist. Beispielsweise werden Isolationsfolien geringerer Dicke zu einer auflaminierten Isolationsfolie größerer Dicke verarbeitet. Diese Isolationsfolien bestehen vorteilhaft aus einer Art Kunststoffmaterial. Denkbar ist dabei auch, dass Isolationsfolien aus mehreren unterschiedlichen Kunststoffmaterialien verwendet werden. Es resultiert eine schichtförmige, aufgetragene Isolationsfolie.

Gemäß einer besonderen Ausgestaltung wird zum Erzeugen des Fensters in der Isolationsfolie Material der Isolationsfolie durch Laserablation entfernt. Eine Wellenlänge eines dazu verwendeten Lasers beträgt zwischen 0,1 μm und 11 μm . Die Leistung des Lasers beträgt zwischen 1 W und 100 W. Beispielsweise wird ein CO_2 -Laser mit einer Wellenlänge von 9,24 μm verwendet. Das Öffnen der Fenster erfolgt dabei ohne eine Beschädigung eines eventuell unter der Isolationsfolie liegenden Chipkontakts aus Aluminium. Dieser Chipkontakt bildet die Kontaktfläche des Bauelements. Die Größe des Fensters beträgt dabei vorzugsweise mehr als 80%, aber weniger als 99,9 % der Größe der Seite und/oder der Fläche (Chipfläche) des Bauelements. Die Größe des Fensters ist

vorteilhaft aus dem Bereich von 80% bis 95% der Größe der Seite und/oder der Fläche des Bauelements ausgewählt.

5 Gemäß einer weiteren Ausgestaltung wird eine fotoempfindliche Isolationsfolie verwendet und zum Erzeugen des Fensters in der Isolationsfolie ein fotolithographischer Prozess durchgeführt. Die fotoempfindliche Isolationsfolie ist eine Fotofolie. Der fotolithographische Prozess umfasst ein
10 Belichten der fotoempfindlichen Isolationsfolie, ein Entwickeln der belichteten und/oder nicht-belichteten Stellen der Isolationsfolie und ein Entfernen der belichteten oder nicht-belichteten Stellen der Isolationsfolie.

15 Nach dem Öffnen der Fenster in der Isolationsfolie erfolgt gegebenenfalls ein Reinigungsschritt, bei dem Folienreste entfernt werden. Der Reinigungsschritt erfolgt beispielsweise nasschemisch. Denkbar ist insbesondere auch ein Plasmareinigungsverfahren.

20 In einer weiteren Ausgestaltung wird eine Leitungsschicht aus mehreren übereinander angeordneten Teilschichten aus unterschiedlichem, elektrisch leitenden Material verwendet. Es werden beispielsweise verschiedene Metalllagen übereinander aufgetragen. Die Anzahl der Teilschichten beziehungsweise Metalllagen beträgt insbesondere 2 bis 5. Durch die aus mehreren Teilschichten aufgebaute elektrische Leitungsschicht kann beispielsweise eine als
30 Diffusionsbarriere fungierende Teilschicht integriert sein. Eine derartige Teilschicht besteht beispielsweise aus einer Titan-Wolfram-Legierung (TiW). Vorteilhafterweise wird bei einem mehrschichtigen Aufbau direkt auf der zu kontaktierenden Oberfläche eine die Haftung vermittelnde oder verbessernde Teilschicht aufgebracht. Ein derartige Teilschicht besteht beispielsweise aus Titan.

35

Das beschriebene Verfahren mit den einzelnen Verfahrensschritten kann einmalig durchgeführt werden.

Denkbar ist insbesondere, dass zum Herstellen einer mehrlagigen Anordnung die Schritte Auftragen der Isolationsfolie, Erzeugen des Fensters in der Isolationsfolie und/oder Erzeugen der elektrischen Kontaktierung mehrmals
5 durchgeführt wird.

Nach dem flächigen Kontaktieren der Kontaktfläche des Bauelements mit Hilfe der Kontaktfahne kann das Herstellen mindestens einer Leiterbahn der Anordnung vorgesehen sein.
10 Die Leiterbahn kann dabei auf der vorhandenen Isolationsfolie aufgetragen werden. Insbesondere wird zum Erzeugen der Leiterbahn ein Strukturieren der Isolationsfolie durchgeführt. Dies bedeutet, dass die Leiterbahn in dieser Isolationsfolie erzeugt wird. Die Leiterbahn dient
15 beispielsweise der elektrischen Kontaktierung eines Halbleiterchips.

Das Strukturieren erfolgt üblicherweise in einem fotolithographischen Prozess. Dazu kann auf einer elektrisch
20 leitenden Schicht ein Fotolack aufgetragen, getrocknet und anschließend belichtet und entwickelt werden. Unter Umständen folgt ein Tempersschritt, um den aufgetragenen Fotolack gegenüber nachfolgenden Behandlungsprozessen zu stabilisieren. Als Fotolack kommen herkömmliche positive und
25 negative Resists (Beschichtungsmaterialien) in Frage. Das Auftragen des Fotolacks erfolgt beispielsweise durch einen Sprüh- oder Tauchprozess. Electro-Deposition (elektrostatisches oder elektrophoretisches Abscheiden) ist ebenfalls denkbar.

30 Zum Strukturieren können auch fotoempfindliche Folien eingesetzt werden, die auflaminiert und vergleichbar mit dem aufgetragenen Fotolackschicht belichtet und entwickelt werden.

35 Zum Erzeugen der Leiterbahn kann beispielsweise wie folgt vorgegangen werden: In einem ersten Teilschritt wird eine

- elektrisch leitende Schicht aufgebracht und darauf eine Fotolackschicht strukturiert. In einem darauf folgenden Teilschritt wird auf der erzeugten Leiterbahn eine weitere Metallisierung aufgebracht. Durch die weitere Metallisierung wird die Leiterbahn verstärkt. Beispielsweise wird auf der durch Strukturieren erzeugten Leiterbahn Kupfer galvanisch in einer Dicke von 1 μm bis 400 μm abgeschieden. Das Kupfer kann auch mit größeren Dicken von bis zu 1 mm abgeschieden werden. Dadurch kann die galvanisch abgeschieden Kupferschicht zusätzlich als effiziente Wärmesenke fungieren. Nach dem Abscheiden des Kupfers wird die Fotolackschicht beziehungsweise die auflaminierte Isolationsfolie abgelöst. Dies gelingt beispielsweise mit einem organischen Lösungsmittel, einem alkalischen Entwickler oder dergleichen. Durch nachfolgendes Differenzätzen wird die flächige, nicht mit der Metallisierung verstärkte, metallisch leitende Schicht wieder entfernt. Die verstärkte Leiterbahn bleibt erhalten.
- Mit der Kontaktfahne können beliebige Kontaktflächen eines beliebigen elektrischen Bauelements flächig kontaktiert werden. Insbesondere ist die großflächige, niederinduktive elektrische Kontaktierung von Halbleiterchips und insbesondere von Leistungshalbleiterchips möglich. Die resultierende flächige elektrische Anbindung führt zu einer hohen Stromtragfähigkeit bei reduzierten ohmschen Verlusten. Insbesondere die Verwendung einer Kontaktfahne mit koplanar angeordneten Leitungsschichten führt zu einer niederinduktiven Kontaktierung des Bauelements. Dies führt unter anderem zu reduzierten EMV-Störungen.

Die Erfindung wird in der nachfolgenden Beschreibung anhand mehrerer Figuren beispielhaft näher erläutert. Die Figuren sind schematisch und stellen keine maßstabsgetreuen Abbildungen dar.

Figur 1 zeigt eine erfindungsgemäße Anordnung im Querschnitt.

Figur 2 zeigt die Anordnung aus Figur 1 in Aufsicht.

Figuren 3A und 3B zeigen ein Verfahren zum Herstellen der
5 Anordnung.

Figuren 4 bis 8 zeigen verschiedene Ausführungsbeispiele der
Anordnung.

10 Die Anordnung weist ein Substrat (Schaltungsträger) 1, ein
auf dem Oberflächenabschnitt 11 des Substrats 1 angeordnetes
elektrisches Bauelement 2 und eine elektrische Kontaktfahne 3
auf zur elektrischen Kontaktierung des Bauelements 2 auf. Das
Substrat 1 besteht aus einem keramischen Material. Das
15 Bauelement 2 ist eine Leiterstruktur. In einer dazu
alternativen Ausführungsform ist das elektrische Bauelement 2
ein Leistungshalbleiter. Die elektrische Kontaktfläche 21
wird dabei auf einer Chipkontaktfläche gebildet.

20 Die elektrische Anschlussfläche 32 der Kontaktfahne 3 und die
Kontaktfläche 21 des Bauelements 2 sind derart miteinander
verbunden, dass ein zumindest über die Kontaktfläche 21 des
Bauelements 2 hinausragender Bereich 33 der Kontaktfahne 3
vorhanden ist. Die Anordnung ist dadurch gekennzeichnet, dass
25 die Kontaktfahne 3 mindestens eine elektrisch leitende Folie
31 und die elektrisch leitende Folie 31 die elektrische
Anschlussfläche 32 der Kontaktfahne 3 aufweist.

30 Zum Herstellen der Anordnung wird in einem ersten Schritt das
Substrat 1 mit dem Bauelement 2 mit der elektrischen
Kontaktfläche 21 bereitgestellt (Figur 3A, Bezugszeichen
301). Nachfolgend erfolgt die elektrische Kontaktierung der
elektrischen Kontaktfläche 21 durch Zusammenbringen der
Anschlussfläche 21 der elektrischen Kontaktfahne 3 und der
35 Kontaktfläche 21 des Bauelements 2 (Figur 31, Bezugszeichen
302).

Zum Bereitstellen des Substrats mit dem Bauelement 2 mit der Kontaktfläche 21 wird ein Auftragen einer elektrischen Isolationsfolie 4 auf dem Substrat 1 und dem Bauelement 2 (Figur 3B, Bezugszeichen 302) und Erzeugen eines Fensters in der Isolationsfolie 4 durchgeführt, wobei die Kontaktfläche des Bauelements freigelegt wird (Figur 3B, Bezugszeichen 303).

Ausführungsbeispiel 1:

Die elektrische Kontaktfahne 3 mit dem über fungiert als elektrische Intersubstratverbindung (Figur 4). Es sind mehrere Substrate 1 und 1' mit elektrischen Bauelementen 2 und 2' auf einem gemeinsamen, nicht dargestellten Träger angeordnet. Mit Hilfe der Kontaktfahne 3 und dem über die Kontaktflächen hinausragenden Bereich 33 der Kontaktfahne 3 werden die Kontaktflächen 21 und 21' der Bauelemente 2 und 2' miteinander elektrisch leitend verbunden. Zwischen den Substraten 1 und 1' ist eine Isolierung 6 der elektrischen Bauelemente 2 und 2' der Substrate 1 und 1' vorgesehen. Die Isolierung 6 besteht beispielsweise aus Teflon. Die Isolierung 6 dient auch der Vermeidung von Verklebungen im Verlauf des Herstellungsprozesses.

Zum Herstellen der Intersubstratverbindung wird wie folgt vorgegangen: Zunächst werden die Substrate 1 und 1' mit den Bauelementen 2 und 2' auf dem nicht dargestellten Träger in einem bestimmten Abstand zueinander angeordnet. In dem durch den Abstand vorgegebenen Zwischenraum wird ein Plättchen aus Teflon gelegt, das eine Höhe aufweist, die ungefähr der Höhe der Substrate 1 und 1' mit den Bauelementen 2 und 2' entspricht. Im Weiteren wird eine Isolationsfolie 4 auf den Bauelementen 2 und 2' auflaminiert. Im nächsten Schritt werden die Kontaktflächen 21 und 21' der Bauelemente 2 und 2' durch Erzeugen von entsprechenden Fenstern in der Isolationsfolie 4 freigelegt. Schließlich wird auf den freigelegten Kontaktflächen 21 und 21' und auf der

Isolationsfolie 4 derart elektrisch leitendes Material aufgetragen, dass eine elektrische Verbindung zwischen den Kontaktflächen 21 und 21' erzeugt wird.

- 5 In einer Weiterbildung dieses Ausführungsbeispiels kann die Isolierung 6 aus Teflon nach Beendigung des Auftragens des elektrisch leitenden Materials entfernt werden.

Ausführungsbeispiel 2:

- 10 Die elektrische Kontaktfahne 3 fungiert als Lastanschluss zu einer nicht dargestellten Busstruktur (Figur 5). Dabei weist die Kontaktfahne 3 zwei koplanar angeordnete Leitungsschichten 31 und 31' auf. Zwischen den
- 15 Leitungsschichten 31 und 31' ist eine Isolationsschicht 35 vorhanden. Die Leitungsschichten 31 und 31' und die Isolationsschicht 35, die einen Schichtverbund 36 bilden, sind so dimensioniert, dass durch die elektrische Ansteuerung der Leitungsschichten 31 und 31' magnetische Felder erzeugt
- 20 werden, die zu einer geringe Induktivität führen. Die Isolationsschicht 35 wird aus einer Isolationsfolie 34 hergestellt, die im Laufe des Herstellungsprozesses der flächigen Kontaktierungen der Kontaktfläche 21 verwendet wird. Auf der Isolationsfolie 4 ist eine Leiterbahn 5
- 25 aufgetragen. Das Bauelement 2 und die Leiterbahn 5 wird jeweils mit einer der Leitungsschichten 31 und 31' elektrisch kontaktiert.

Ausführungsbeispiel 3:

- 30 Im Unterschied zum vorangegangenen Beispiel weist die Isolationsfolie 4 eine Stufe 6 auf (Figur 6). Zum Herstellen einer derartigen Anordnung wird in einem ersten Schritt an ein bereitgestelltes Substrat 1 mit elektrischem Bauelement 2
- 35 eine Leiterstruktur 7 angeordnet derart angeordnet, dass das Bauelement 2 über die Leiterstruktur 7 elektrisch kontaktiert ist. Die Leiterstruktur 7 ist beispielsweise aus einer

Kupferfolie oder einem Kupferblech. Danach wird eine Isolationsfolie 4 auf das Bauelement 2 und die Leiterstruktur 7 auflaminiert. Im Folgenden wird auf die auflaminierte Isolationsfolie 4 eine Leiterbahn 5 aufgetragen. Schließlich wird eine Leitungsschicht 31 derart auf der Isolationsfolie 4 aufgetragen, dass die elektrische Kontaktfahne 3 gebildet und die Leiterbahn 5 elektrisch kontaktiert wird. Aus der Isolationsfolie 4 wird die Isolationsschicht 35 des Schichtverbunds 36 gebildet.

10

Ausführungsbeispiel 4:

Auf dem Bauelement 2 wird eine Isolationsfolie 4 aufgetragen. Nach dem Auftragen wird ein Fenster erzeugt, wobei die Kontaktfläche des Bauelements 2 freigelegt wird (Figur 7). Danach wird zur Ausbildung der Leitungsschicht 31 elektrisch leitendes Material aufgetragen. Im nächsten Schritt wird eine weitere Isolationsfolie 4' aufgetragen. Nach Erstellen einer Leiterbahn 5 auf der Isolationsfolie 4 wird abschließend eine weitere elektrische Leiterschicht 31' aufgetragen. Es resultiert eine elektrische Kontaktfahne 3 mit koplanar angeordneten Leiterschichten 31 und 31'. Aus den aufgetragenen Isolationsfolien 4 und 4' resultieren die Isolationsschichten 35 und 35'.

15

20

Ausführungsbeispiel 5:

Im Unterschied zum vorangegangenen Ausführungsbeispiel ist die Kontaktfahne 3 abgewinkelt (Figur 8). Ein Winkel, den die Kontaktfahne 3 gegenüber der Kontaktfläche des Bauelements oder der Oberfläche des Substrats einnimmt, kann beliebig sein. Zum Herstellen der abgewinkelten Kontaktfahne 3 wird der Schichtverbund 36 der Kontaktfahne 3 von der Substratoberfläche weggebogen.

30

35

Eine abgewinkelte Kontaktfahne ist in weiteren, nicht näher beschriebenen Ausführungsbeispielen vorgesehen, die sich aus den oben beschriebenen Ausführungsbeispielen ableiten.

Patentansprüche

1. Anordnung mit

- mindestens einem Substrat (1, 1'),
- 5 - mindestens einem auf einem Oberflächenabschnitt (11) des Substrats angeordneten elektrischen Bauelement (2, 2') mit einer elektrischen Kontaktfläche (21, 21') und
- mindestens einer elektrischen Kontaktfahne (3) mit einer elektrischen Anschlussfläche (32) zur elektrischen
- 10 Kontaktierung der Kontaktfläche (21, 21') des Bauelements (2, 2'), wobei
- die Anschlussfläche (32) der Kontaktfahne (3) und die Kontaktfläche (21) des Bauelements (2) derart
- 15 miteinander verbunden sind, dass ein zumindest über die Kontaktfläche (21) des Bauelements (2) hinausragender Bereich (33) der Kontaktfahne (3) vorhanden ist, **dadurch gekennzeichnet, dass**
- die Kontaktfahne (3) mindestens eine elektrisch leitende Folie (30) und
- 20 - die elektrisch leitende Folie (30) die elektrische Anschlussfläche (32) der Kontaktfahne (3) aufweist.

2. Anordnung nach Anspruch 1, wobei die elektrisch leitende Folie einen Schichtverbund (36) mit mindestens zwei elektrischen Leitungsschichten (31, 31') und mindestens einer zwischen den Leitungsschichten (31, 31') angeordneten elektrischen Isolationsschicht (35) aufweist.

- 30 3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, wobei die Leitungsschichten (31, 31') und die Isolationsschicht (35) des Schichtverbundes (36) derart ausgestaltet und zueinander angeordnet sind, dass durch elektrische
- 35 Ansteuerung der Leitungsschichten jeweils ein magnetisches Feld erzeugt werden kann, so dass die magnetischen Felder sich gegenseitig abschwächen.

4. Anordnung nach Anspruch 3, wobei die elektrischen Leitungsschichten (31, 31') des Schichtverbundes (36) im Wesentlichen koplanar zueinander angeordnet sind.
- 5 5. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei das Bauelement ein Halbleiterchip und insbesondere ein Leistungshalbleiterchip ist.
- 10 6. Verfahren zum Herstellen einer Anordnung nach einem der vorangegangenen Ansprüche mit den Verfahrensschritten:
 - a) Bereitstellen eines Substrats mit einem elektrischen Bauelement mit einer elektrischen Kontaktfläche und
 - b) Erzeugen der elektrischen Kontaktierung durch Zusammenbringen der Kontaktfläche des Bauelements und
- 15 der Anschlussfläche der elektrisch leitenden Folie der Kontaktfahne derart, dass ein zumindest über die Kontaktfläche des Bauelements hinausragender Bereich der elektrisch leitenden Folie der Kontaktfahne entsteht.
- 20 7. Verfahren nach Anspruch 6, bei dem zum Zusammenbringen der Kontaktfläche des Bauelements und der Anschlussfläche der elektrisch leitenden Folie ein aus der Gruppe Löten und/oder Schweißen und/oder Kleben ausgewähltes Verbindungsverfahren durchgeführt wird.
- 25 8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, bei dem eine elektrisch leitende Folie mit einem Schichtverbund mit mindestens einer elektrischen Isolationsschicht und mindestens einer elektrischen Leitungsschicht zum Bilden
- 30 der Anschlussfläche der elektrisch leitenden Folie verwendet wird.
- 35 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, bei dem zum Bereitstellen des Substrats mit dem elektrischen Bauelement ein Erzeugen der elektrischen Kontaktfläche des Bauelements die folgenden weiteren Verfahrensschritte durchgeführt wird:

- c) Auftragen einer elektrischen Isolationsfolie auf dem Substrat und dem Bauelement und
- d) Erzeugen eines Fensters in der Isolationsfolie, wobei die Kontaktfläche des Bauelements freigelegt wird.

5

- 10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem zum Auftragen der Isolationsfolie ein Auflaminieren der Isolationsfolie unter Vakuum durchgeführt wird.

- 10 11. Verfahren nach Anspruch 9 oder 10, bei dem die aufgetragene Isolationsfolie als Isolationsschicht des Schichtverbundes der elektrisch leitenden Folie verwendet wird.

- 15 12. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 11, bei dem zum Bilden der elektrischen Leitungsschicht des Schichtverbundes vor und/oder nach dem Auftragen der Isolationsfolie elektrisch leitendes Material auf der Isolationsfolie aufgetragen wird.

20

- 13. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 12, bei dem die Isolationsfolie derart auf dem Bauelement aufgetragen wird, dass ein zumindest über die Kontaktfläche des Bauelements hinausragender Bereich der Isolationsfolie erzeugt wird.

30

- 14. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 13, wobei eine Isolationsfolie mit einem Kunststoffmaterial auf Polyimid-, Polyethylen-, Polyphenol-, Polyetheretherketon- und/oder auf Epoxidbasis verwendet wird.

35

- 15. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14, bei dem eine Isolationsfolie mit einer Foliendicke von 25 bis 150 μm verwendet wird.

16. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 15, wobei nach dem Auftragen der Isolationsfolie ein Temperschritt durchgeführt wird.
- 5 17. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 16, wobei das Auftragen sooft wiederholt wird, bis eine bestimmte Foliendicke der aufgetragenen Isolationsfolie erreicht ist.
- 10 18. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14, bei dem zum Erzeugen des Fensters in der Isolationsfolie Material der Isolationsfolie durch Laserablation entfernt wird.
- 15 19. Verfahren nach einem der Ansprüche 9 bis 14, bei dem eine fotoempfindliche Isolationsfolie verwendet wird und zum Erzeugen des Fensters in der Isolationsfolie ein fotolithographischer Prozess durchgeführt wird.
- 20 20. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei eine elektrisch leitende Folie mit einem Schichtverbund Isolationsschicht und Leitungsschicht verwendet wird, wobei die Leitungsschicht mehrere übereinander angeordneten Teilschichten aus unterschiedlichem, elektrisch leitenden Material aufweist.
- 25 21. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei zum Herstellen einer mehrlagigen Anordnung die Schritte Auftragen der Isolationsfolie, Erzeugen des Fensters in der Isolationsfolie und/oder Erzeugen der elektrischen Kontaktierung mehrmals durchgeführt wird.
- 30

Zusammenfassung

Anordnung aus einem elektrischen Bauelement auf einem Substrat und Verfahren zum Herstellen der Anordnung

5

Die Erfindung betrifft eine Anordnung mit mindestens einem Substrat (1), mindestens einem auf einem Oberflächenabschnitt (11) des Substrats angeordneten elektrischen Bauelement (2) mit einer elektrischen Kontaktfläche (21) und mindestens

10 einer elektrischen Kontaktfahne (3) mit einer elektrischen Anschlussfläche (32) zur elektrischen Kontaktierung der Kontaktfläche des Bauelements, wobei die Anschlussfläche der Kontaktfahne und die Kontaktfläche des Bauelements derart miteinander verbunden sind, dass ein zumindest über die

15 Kontaktfläche des Bauelements hinausragender Bereich (33) der Kontaktfahne vorhanden ist. Die Anordnung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Kontaktfahne mindestens eine elektrisch leitende Folie (30) und die elektrisch leitende Folie die elektrische Anschlussfläche der Kontaktfahne

20 aufweist. Die Erfindung wird insbesondere zur großflächigen, niederinduktiven Kontaktierung von Leistungshalbleiterchips eingesetzt, die eine hohe Stromdichte erlaubt.

Figur 1

FIG 1

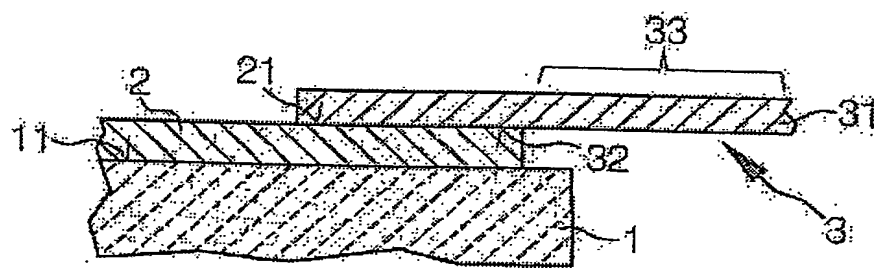


FIG 2

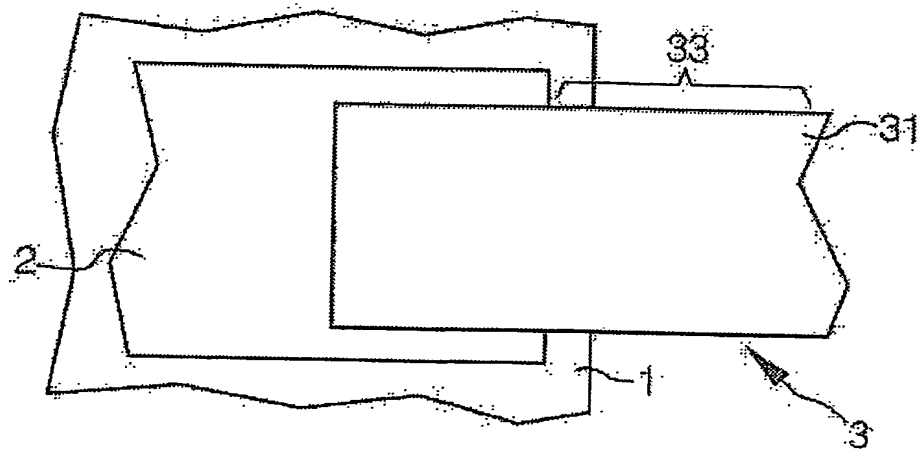


FIG 3A

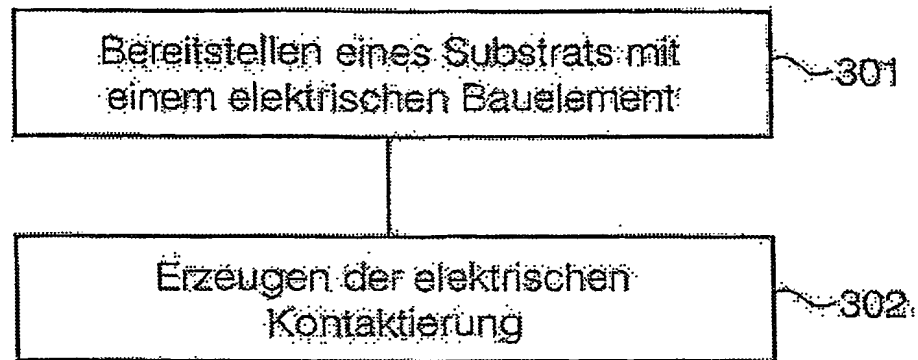
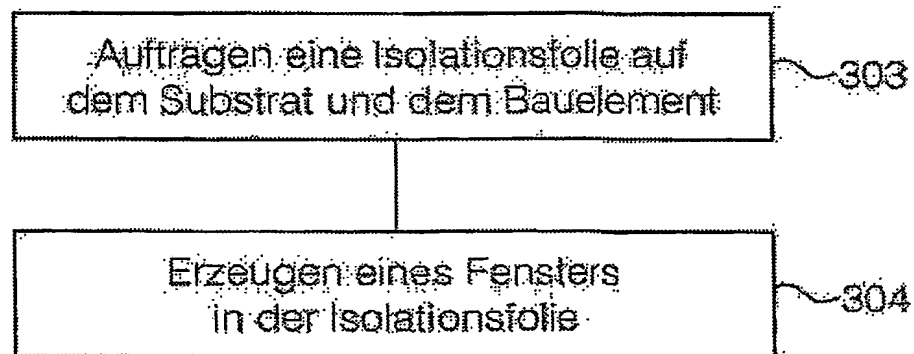


FIG 3B



3/4

FIG 4

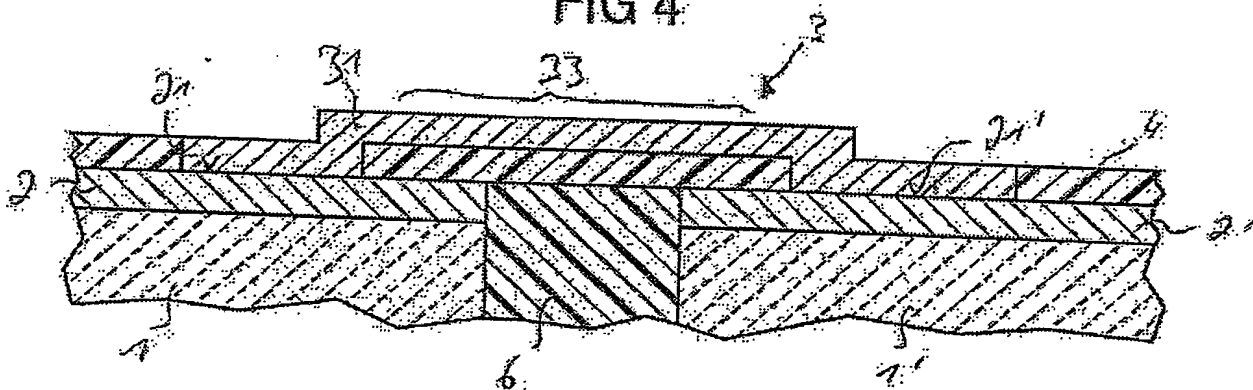


FIG 5

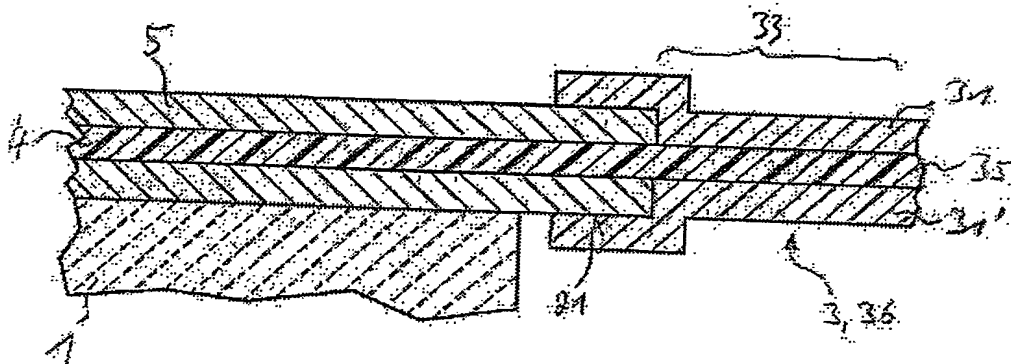


FIG 6

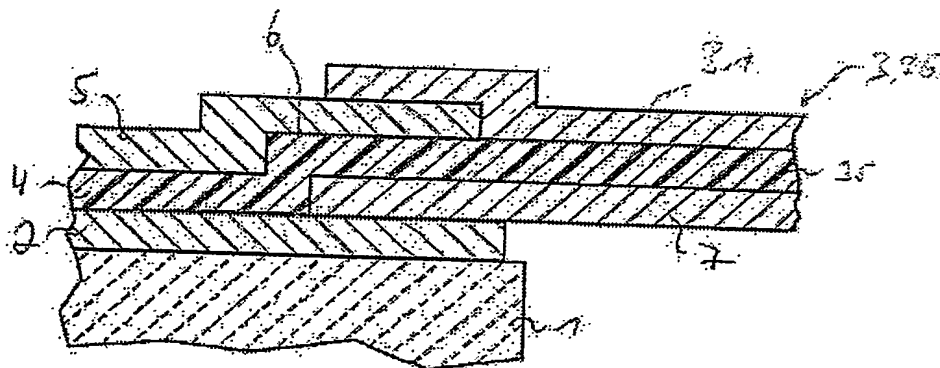


FIG 7

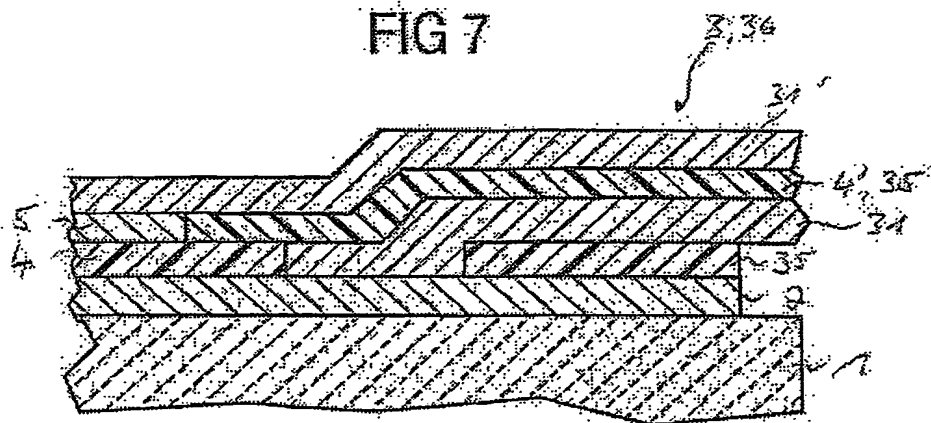


FIG 8

